



TITLE:

静止軌道衛星ひまわり8号データを用いた地表面温度推定手法の開発と都市への適用(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

山本, 雄平

CITATION:

山本, 雄平. 静止軌道衛星ひまわり8号データを用いた地表面温度推定手法の開発と都市への適用. 京都大学, 2019, 博士(理学)

ISSUE DATE:

2019-03-25

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k21581>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開; 許諾条件により本文は2020-03-26に公開

(続紙 1)

京都大学	博 士（理 学）	氏名	山本 雄平
論文題目	静止軌道衛星ひまわり8号データを用いた地表面温度推定手法の開発と都市への適用		
(論文内容の要旨)			
<p>地表面は太陽の放射エネルギーを熱に変換し、顕熱や潜熱として大気を与える。地表面はまた、そこからの放射により我々の生活環境に大きく影響する。地表面温度はこの過程に係る重要な物理量である。</p> <p>広域の地表面温度計測には、航空機や人工衛星に搭載された赤外センサーを用いたリモートセンシングが用いられる。2015年7月から運用が開始されたひまわり8号では、熱赤外窓領域に3バンドの観測波長帯を有し、観測時間間隔も10分に短縮され、空間解像度の向上と合わせて、高頻度高分解能データが得られる。本研究では、この特徴を活かした非線形3バンドアルゴリズムをあらたに提案し、既存のアルゴリズムと比較して、精度と（衛星から得られる輝度温度データおよびアルゴリズム中で用いる種々のパラメーターの評価誤差に対する）堅牢性を調べた。その結果、非線形3バンドアルゴリズムが、推定誤差とその温度依存性・湿度依存性・衛星星天頂角依存性のいずれにおいても従来手法よりも優れており、かつ入力データの誤差に対しても最も安定性が高いことを示した。</p> <p>地表面温度算出では、アルゴリズム作成と並行して地表面射出率(emissivity)決定が必要となる。地（球）表面は多様な要素で構成され、それらの中には積雪域の変化や植生の季節変化、水田の湛水など、自然及び人為的要因で変動するものがある。本研究では、ひまわり8号で新たに追加された可視・近赤外バンドを用いてNDVI（正規化植生指数）、NDW（正規化水域指数）、NDSII（正規化雪氷面指数）を算出し、植生の季節変化や水田の湛水、積雪による射出率変化を考慮する手法を新たに考案して従来手法に組み込んだ。さらに、植生キャノピー内のcavity effectを推定するモデルを都市用に拡張し、都市キャノピー内のcavity effectが射出率に与える影響を評価した。その結果、都市キャノピー内のcavity effectは、植生キャノピー内のものと同等あるいはそれ以上であることが示された。この都市域におけるcavity effectの推定手法も新たに組み込んだ。さらに、雲のかかった画素を除外する為の雲域検出法を作成し、ひまわり8号の視野内の地表面温度を実時間で算出する処理体系を完成させた。</p> <p>この手法を用いて大阪都市圏と東京都市圏の地表面温度を算出し、得られた地表面温度分布の時間変化を主成分分析し、その時空間変化特性を調べた。この結果、異なる晴天日と異なる都市においてよく似た時間変化特性が抽出された。それらは、日変化の振幅を記述する固有ベクトルと日中の温度変化の緩急に対応する固有ベクトルであり、この2つで晴天日における日変化の約90%が説明可能であることが分かった。さらに、地上気象観測データや土地利用データを参照し、これら2つの時間変化特性の空間分布を考察した。その結果、海風に対応する空間変化の特徴や土地利用との対応が確認され、ひまわり8号データから推定した地表面温度は、都市域内の土地利用の熱的特性や気象場を十分捉えていることが確認された。また、建物の密集度が地表面温度の時間変化特性に影響を及ぼすこともわかり、先行研究では可能性が示唆されていたのみであった地表面温度と都市の空間構造との関係を明確に示した。</p>			

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

申請者の研究は、2015年7月より運用が開始されたひまわり8号の放射観測データから地球表面温度を算出する新しいアルゴリズムの開発とその都市環境への応用である。

ひまわり8号では熱赤外窓領域に3バンドの異なる観測波長帯を有するため、これを有効に利用し、従来手法よりも高精度かつ安定して地表面温度を推定するアルゴリズムの開発にとりくんだ。まず、地表面温度、地表面射出率、衛星天頂角を様々に仮定し、ひまわり8号の観測野内さまざまな地点のゾンデ観測で得られた気温や水蒸気量の鉛直プロファイルを用いて、約11万ケースの放射伝達シミュレーションを実施して、地表面温度と衛星が観測する輝度温度のデータセットを作成した。次に、申請者が新たに提案した非線形3バンドアルゴリズム及び既存の推定式をこのデータセットにフィットするよう最適化した。最適化された推定式で算出された地表面温度を異なるアルゴリズム間で比較し、申請者が新たに提案したアルゴリズムの優位性を示した。さらにアルゴリズム作成に使用したデータとは別に用意したデータを用いた検証によって、アルゴリズムの汎用性を示した。ひまわり8号の放射計は、欧米の同種の次世代静止気象衛星に先駆けて実運用に入ったものであり、他の衛星にも適用できる先進的な成果として評価できる。

地表面射出率推定に関しては、ベースとなるのは既存の手法であるが、ひまわり8号の新しい可視・近赤外観測を用いて積雪域の変化や植生の季節変化、水田の湛水など、自然及び人為的要因で変動する要素を動的に算出する手法を新たに追加した。さらに、都市キャノピーのcavity effectをモデル化し、建築物の高さや密度が射出率に与える影響を評価し、それが地表面温度算出にもたらす誤差に関しても考察している。これらの工夫は、衛星観測から算出した地表面温度の広範な応用を可能とするものとして評価できる。

申請者は地表面温度の適用例として、都市地表面温度の解析を行った。ひまわり8号の高頻度観測を活かして、これまでにない時間分解能で地表面温度の変化特性を解析した。その結果、海風侵入が地表面温度変化に与える影響、建物密集度と地表面温度変化特性の関係など、従来の研究では可能性が示唆されているのみであった現象に関して、これを示す新しい事実を呈示した。

申請者は、算出した地表面温度を、ホームページで公開している。このデータは、都市域の暑熱環境研究、大気陸面相互作用研究の精緻化、水資源や農業気象研究への応用、さらには同化データとして用いることによる気象予測精度の向上など、広範な利用が期待されるものである。

以上により、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成31年1月16日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日： 年 月 日以降